Actualització dels registres de proliferacions algals nocives (PANs) a les aigües costaneres de les Illes Balears com a suport per a l'aplicació de la Directiva Marc Europea de l'Aigua

Margalida PUIGSERVER i Gabriel MOYÀ

SHNB

SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS

Puigserver, M. i Moyà, G. 2015. Actualització dels registres de proliferacions algals nocives (PANs) a les aigües costaneres de les Illes Balears com a suport per a l'aplicació de la Directiva Marc Europea de l'Aigua. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears,* 58: 27-44. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Es presenta un recull general dels episodis de proliferacions algals nocives (PANs) a les aigües costaneres de les Illes Balears de les que es té un registre científic a dia d'avui. S'inclouen dades obtingudes a publicacions de tipus reglat i dades incloses en el que es coneix com a literatura "grisa", bàsicament informes de caire tècnic. Aquesta recopilació servirà per a l'aplicació de la Directiva Marc Europea de l'Aigua (DMEA) i la determinació de la qualitat ecològica d'aquestes aigües. Tot i què, el primer registre de discoloració fa referència al port de Palma al 1957, les primeres dades d'abundàncies cel·lulars es remunten a 24 anys endarrere i corresponen al port de Sóller al 1991. Des de llavors, s'han anat registrant esporàdicament PANs a una part important dels litorals de Mallorca, Menorca i Eivissa, que en algunes zones es produeixen de forma recurrent en diferents anys. Les zones que semblen més conflictives són el sud-oest de Mallorca i els voltants de Sant Antoni de Portmany a Eivissa. Els registres inclouen 21 proliferacions d'alta biomassa, amb concentracions de les espècies dominants de l'ordre de 10^6 cèl·l^{-1}, i altres 43 proliferacions amb concentracions cel·lulars de 10^4-10^5 cèl·l^{-1}, amb clara majoria durant els mesos d'estiu, seguits per la primavera. Aquestes PANs estan majorment associades a proliferacions de dinoflagel·lades i en menor nombre a diatomees i altres espècies flagel·lades. Les zones que per ara semblen menys afectades per PANs són la zona nord de Menorca, llevant, sud-est i nord de Mallorca i l'illa de Formentera.
Paraules clau: *Directiva Marc Europea de l'Aigua (DMEA), proliferacions algals nocives (PANs), litoral, fitoplàncton, Illes Balears.*

UPDATE OF HARMFUL ALGAE BLOOMS (HABs) RECORDS IN COASTAL WATERS OF THE BALEARIC ISLANDS AS A BASE FOR THE IMPLEMENTATION OF THE EUROPEAN WATER FRAMEWORK DIRECTIVE. The present study reports current records of Harmful Algae Blooms (HABs) in coastal waters of the Balearic Islands. Data obtained both from formal publications and from "grey" literature, mainly technical reports, are included. The present compilation will be used as a base for the implementation of the European Water Framework Directive (WFD) and to describe the water ecological status. Although the first record available of a red tide takes us back to 1957 in Palma harbour, the first cell abundance data came from 24 years ago and refer to Sóller harbour in 1991. Diverse HABs have been recorded since that moment in numerous locations of Mallorca, Menorca and Eivissa coastal line, some of them show recurrent patterns. Most conflicting sites are located southwest of Mallorca and in Sant Antoni de Portmany from Eivissa surroundings. 21 HABs with causative species cell abundances higher to 10^6 cel·l^{-1}, and 43 with 10^4-10^5 cel·l^{-1} have been

recorded, most of them during summertime and secondarily during spring. HABs have been mainly related to dinoflagellates species, then to diatoms and other flagellates. Few HABs have been recorded on the eastern, southeastern and on northern coast of Mallorca, none on the northern coast of Menorca and the whole island of Formentera.
Keywords: *Water Framework Directive (WFD), harmful algae blooms (HABs), coastal waters, phytoplankton, Balearic Islands.*

Margalida PUIGSERVER i Gabriel MOYÀ, Grup d'Ecologia Interdisciplinària, Departament de Biologia, Universitat de les Illes Balears, ctra. Valldemossa km 7.5, 07122 Palma de Mallorca. e-mail: margapuigserver@gmail.com

Recepció del manuscrit: 16-maig-15; revisió acceptada:29-juny-15.

Introducció

La Directiva Marc Europea de l'Aigua (DMEA, 2000) en el seu Annex V estableix els Indicadors Biològics com a particularment importants per a la classificació de l'Estat Ecològic de les aigües. En el cas de les aigües costaneres aquests indicadors són el fitoplàncton, les macroalgues i el bentos, entre els quals hi ha les fanerògames marines. La utilització del fitoplàncton com indicador ecològic ha d'incloure l'estudi de la biomassa, la composició i l'abundància fitoplanctònica i, a més, la freqüència i intensitat de proliferacions fitoplanctòniques.

S'entén per proliferació fitoplanctònica o "bloom" un increment sobtat de les poblacions de microalgues que, en presència d'unes condicions apropiades pel seu creixement, poden assolir concentracions cel·lulars de 10^4-10^5 cèl·l^{-1} durant un període de temps, normalment entre una i tres setmanes, i que poden estar associades a creixements d'una única espècie o grups d'espècies (Masó i Garcés, 2006). Per altra banda, el terme proliferació algal nociva (PAN) inclou també altres esdeveniments que directa o indirectament poden resultar nocius per l'home o la resta de l'ecosistema. Aquestes proliferacions o esdeveniments poden ser causades per una gran diversitat d'espècies i les seves conseqüències són variades (Glibert i Pitcher, 2001). Poden esdevenir tòxiques per la producció de toxines, que actuen a través de la cadena tròfica per ingestió de marisc o peix, directament pel consum d'aigües dolces, per respiració d'aerosols marins, o causen mortaldat de la biota de la zona (Hallegraeff *et al.*, 1995; Lee, 1999; Barroso *et al.*, 2008). Alguns d'aquests esdeveniments de toxicitat poden produir-se fins i tot quan les concentracions cel·lulars de l'organisme causant són baixes (Masó i Garcés, 2006). Per altra banda, les microalgues poden esdevenir nocives pel desenvolupament de proliferacions d'alta biomassa, causant el col·lapse respiratori de bivalves o peixos, obstrucció d'ormejos de pesca, esdeveniments d'anòxia, producció d'escumes, altres substàncies mucilaginoses o fenòmens de discoloració de les aigües, tradicionalment denominades "marees roges" (Hallegraeff *et al.*, 1995; Zingone i Enevoldsen, 2000). A més, aquestes proliferacions poden ocasionar grans pèrdues econòmiques pel deteriorament de les aigües d'ús recreatiu, que criden especialment l'atenció del públic en general i les autoritats, i en alguns casos es confonen amb esdeveniments de contaminació per vessament d'aigües residuals (Masó i Garcés, 2006). Segons Tintoré (2007) es pot considerar una proliferació d'alta biomassa a partir de

concentracions cel·lulars de 10^6 cèl·l^{-1}, quan l'aigua pot presentar discoloració i tenir efectes negatius per les activitats recreatives.

L'augment dels esforços en investigació dedicats als estudis dels diferents tipus d'esdeveniments ha contribuït, durant les dues darreres dècades, a la detecció de noves espècies tòxiques o nocives a determinades zones d'estudi i al registre de les seves proliferacions. Entre els investigadors s'accepta que avui en dia ens trobam davant un clar augment de proliferacions algals nocives tan a nivell mundial com a aigües de la Mediterrània (Masó i Garcés, 2006). Aquests esdeveniments s'han convertit en un dels principals problemes que pateixen avui en dia les zones costaneres i semblen estar clarament relacionat amb les activitats humanes (Masó i Garcés, 2006). Alguns exemples en són el transport de quists a través de les aigües de llast, per moviment d'estocs de marisc i a través de residus plàstics flotants (Masó *et al.*, 2003), processos d'eutrofització i augment de zones confinades a les zones costaneres (Vollenweider *et al.*, 1992; Puigserver *et al.*, 2002) i alteració de les xarxes tròfiques per disminució d'organismes consumidors a causa de la sobrepesca o canvis en les condicions ambientals (Rothschild *et al.*, 1994).

Els primers estudis del fitoplàncton en aigües marines de les Balears es remunten a les dècades dels anys 40 i 50. Aquests estudis pioners són qualitatius i inclouen llistes d'espècies recollides amb xarxes de plàncton que no recullen les espècies de mides més petites, i a vegades són alhora quantitatius incloent abundàncies de pigments o abundàncies relatives en termes de major o menor abundància d'unes o altres espècies (Navarro i Massutí, 1940; Massutí, 1943 i 1948; Balle, 1953, 1959a, 1959b, 1959c i 1961; Lecal, 1954 i 1959; Balle *et al.*, 1959). Així mateix, Navarro i Bellón (1945) recullen en el seu catàleg de la flora del Mar Balear més de 150 espècies, varietats i formes d'algues fitoplanctòniques amb exclusió de les diatomees. Per altra banda, el primer estudi que inclou dades qualitatives i quantitatives amb estimacions de les abundàncies cel·lulars per volum d'aigua, mitjançant sedimentació de tota la comunitat fitoplanctònica, és l'estudi del plàncton superficial al nord-oest i sud de l'illa de Mallorca i a les aigües de Cabrera al juliol de 1966 (Riera i Blasco, 1967). Així mateix, diversos estudis inclouen valoracions de les abundàncies relatives de les espècies fitoplanctòniques recollides mitjançant xarxes o botelles oceanogràfiques Niskin i expressades com a percentatges del total de la comunitat (Jansà, 1976; Del Hoyo, 1980; Dehesa, 1981; entre d'altres).

Cap als anys 90 esdevenen més habituals les anàlisis qualitatives i quantitatives amb estimacions de les abundàncies cel·lulars del fitoplàncton de mostres sedimentades. En la majoria de casos els estudis s'han restringit a àrees molt localitzades, principalment badies i ports, tan pel que fa referència a estudis de tota la comunitat fitoplanctònica (Vives, 1992; Puigserver, 2003) com als estudis relatius a espècies nocives o tòxiques i proliferacions (Moyà i Martínez-Taberner, 1993; Forteza *et al.*, 1998; Puigserver *et al.*, 2001; Basterretxea *et al.*, 2005; entre d'altres). Finalment, són més escassos i recents els estudis del fitoplàncton al conjunt de tot el litoral Balear (Tintoré, 2007; Puigserver *et al.*, 2010). Esporàdicament també s'ha constatat la possible relació d'algun esdeveniment de mortaldat de peixos amb proliferacions fitoplanctòniques (Illoul *et al.*, 2008).

Part d'aquests estudis inclouen registres de proliferacions algals, causades per diferents espècies i que poden ser considerades com a nocives. L'objectiu que ens proposam en aquest treball és realitzar una actualització del registres de les proliferacions algals nocives (PANs) ocorregudes a les aigües costaneres de les Illes Balears, que servirà per a l'aplicació de la Directiva Marc Europea de l'Aigua i la determinació de la qualitat ecològica d'aquestes aigües.

Materials i mètodes

En primer lloc, en aquest treball hem realitzat una revisió bibliogràfica dels estudis referents a les comunitats fitoplanctòniques de les aigües litorals de les Illes Balears. Ja que el nostre objectiu era recollir la màxima informació disponible avui en dia, la recopilació recull treballs inclosos en publicacions de tipus reglat, com poden ser revistes científiques, llibres especialitzats i contribucions a congressos; així com dades incloses en el que es coneix habitualment com a literatura "grisa". En aquest darrer apartat s'inclouen bàsicament informes de caire tècnic encomanats per diferents administracions i que, en la majoria de casos, són de difícil consulta. En primer lloc i a partir d'aquesta recopilació, s'han seleccionat les dades corresponents a estimacions qualitatives i quantitatives de les espècies que formen part del fitoplàncton i que expressen resultats en nombre de cèl·lules per volum d'aigua.

En segon lloc, en el present treball també s'inclouen dades obtingudes mitjançant les anàlisi de mostres procedents de diferents projectes del nostre grup d'investigació en Ecologia Interdisciplinària del Departament de Biologia de la UIB, que no han estat publicades amb anterioritat, i que explicam a continuació.

Per una part, aquest treball inclou dades recollides en dos projectes encaminats al seguiment de les poblacions fitoplanctòniques en el Port de Maó (Menorca) i a la Badia de Palma a S'Arenal (Mallorca), per a la identificació d'organismes amb capacitat de causar problemes de toxicitat a les zones de recollida de marisc durant el període de 1998 a 2007. Pel que fa al Port de Maó també s'inclouen dades de mostres recollides els anys 2014 i 2015. Aquests seguiments corresponen a uns períodes totals de dotze i deu anys respectivament i les mostres d'aigua s'han recollit amb una periodicitat diversa, que ha variat de mensual a estacional segons l'any d'estudi i el punt de mostreig. Les mostres es recollien a dos punts de mostreig situats a l'interior del Port de Maó a la zona propera als cultius de marisc i a dos punts situats devora el Club Nàutic de S'Arenal dins la badia de Palma. Les mostres per a l'estudi del fitoplàncton es recollien en una primera fase en superfície i a 3 m de fondària; mentre que a partir de març del 2000 es recullen mostres integrades dels 3 m superficials de la columna d'aigua. Les mostres es conservaven inicialment fixades amb formaldehid, canviant la metodologia al 2014 i passant a utilitzar unes gotes de Lugol acètic (Throndsen, 1978). L'estudi de la composició i l'abundància del fitoplàncton s'ha realitzat seguint les tècniques clàssiques de microscòpia invertida o tècnica d'Utermöhl (Lund *et al.*, 1958; Margalef, 1974a) utilitzant columnes de sedimentació de 50 o 100 ml. Les anàlisi han inclòs la identificació i recompte tan de les espècies potencialment nocives o tòxiques com de les espècies acompanyants. Per a l'observació de les mostres s'ha utilitzat un microscopi invertit

ZEISS Axiovert equipat per a la presa d'imatges digitals. En algunes ocasions per a la identificació d'algunes espècies s'han realitzat cultius al laboratori (Puigserver i Moyà, 2000) i preparacions per a la seva observació en microscòpia electrònica d'escombratge o de transmissió (Moestrup i Thomsen, 1980; Billard i Chrétiennot-Dinet, 1995). En altres casos per a la identificació d'alguns dinoflagel·lats s'ha realitzat la dissociació de les plaques utilitzant hipoclorit sòdic (Taylor, 1978), o s'ha utilitzat una tinció fluorescent amb Calcofluor white M2R (Fritz i Triemer, 1985) realitzant les observacions amb un microscopi LEICA DMIL equipat amb llum fluorescent HG 50W.

Per altra banda i com a part del protocol per a la identificació d'organismes causants de Marees Roges, des de l'any 2007 el nostre grup d'investigació està recollint dades puntuals en els moments que som alertats de la presència de discoloracions a diferents punts del litoral de les Balears. En aquests casos les mostres d'aigua s'han recollit a la zona de màxima discoloració, en botelles de plàstic d'1.5 o 2 l de capacitat i uns centímetres per sota de la superfície. Les mostres s'han conservat refrigerades fins arribar al laboratori per, aleshores, realitzar una primera observació microscòpica de la mostra en viu. Així mateix, una part de les mostres han estat fixades amb unes gotes de Lugol acètic (Throndsen, 1978) pel seu posterior estudi. La identificació i recompta del fitoplàncton s'ha realitzat seguint la mateixa tècnica ja descrita de microscòpia invertida, però en aquest cas utilitzant columnes de sedimentació majoritàriament de 10 ml.

En aquest treball també s'inclouen dades recollides en un recent projecte d'anàlisi del fitoplàncton a quatre platges del municipi de Santa Eulària del Riu a l'illa d'Eivissa. Les mostres s'han obtingut entre els mesos de juny a setembre de 2013 i de juliol a setembre de 2014, a les platges de Cala Llonga, Santa Eulària, Es Riu i Es Canar. S'han recollit uns 5 cm per sota de la superfície de l'aigua, amb botelles de plàstic de 0.5 l de capacitat i han estat enviades per missatgeria ràpida al laboratori de la UIB. En aquest cas, també s'ha realitzat una primera observació de les mostres en viu utilitzant el microscopi invertit i la fixació d'una part de les mostres amb unes gotes de Lugol acètic. L'anàlisi qualitatiu i quantitatiu del fitoplàncton ha seguit la mateixa metodologia que ja hem descrit anteriorment.

A partir dels estudis que ara hem citat i de la recopilació bibliogràfica realitzada, s'ha elaborat una llista on es recullen les proliferacions algals nocives (PANs) registrades en el litoral Balear. Molts d'aquests esdeveniments han provocat discoloracions de les aigües i en alguns casos alarma social. En base a Tintoré (2007), consideram les proliferacions algals d'alta biomassa, que poden associar-se a discoloracions, aquelles que tenen concentracions cel·lulars superiors a les 10^6 cèl·l^{-1}. Però com a objectiu d'estudi també s'han recopilat altres proliferacions amb concentracions cel·lulars inferiors i de l'ordre de 10^4 a 10^5 cèl·l^{-1}.

Finalment hem de dir que ja que pretenem recopilar els antecedents per a l'aplicació de la DMEA, les dades corresponents en aquesta implantació i que actualment es troben en fase d'estudi no s'han inclòs en el present treball.

Resultats i discussió

En el present estudi s'han recopilat un total de 21 PANs amb concentracions cel·lulars superiors a 10^6 cèl·l^{-1} de l'espècie o espècies causants de discoloracions a les

aigües costaneres de les illes Balears (Taula 1). Aquestes proliferacions es remunten a l'any 1991, quan Moyà i Martínez-Taberner registren una discoloració de color groc ataronjat durant el mes de juliol a les aigües del port de Sóller. Aquesta proliferació fou causada per una crisofícia i per dues dinoflagel·lades dels gèneres *Peridinium* i *Gymnodinium* (Moyà i Martínez-Taberner, 1993). Per tant, el registres de discoloracions amb mesura d'abundàncies cel·lulars que s'han associat a PANs a les Balears es remunten a ara fa 24 anys. Tot i això, existeixen alguns registres anteriors de discoloracions relacionades amb creixements fitoplanctònics a les Balears. Concretament Balle (1959b) observa, durant els mesos de juny i juliol de 1957, una discoloració de color verd intens en el port de Palma a la zona situada davant la desembocadura del torrent de Sa Riera i la zona propera al Club Nàutic. Aquesta discoloració fou associada a diatomees, quasi en la seva totalitat dels gèneres *Thalassionema*, *Thalassiothrix* i *Chaetoceros* i en menor abundància del gènere *Rhizosolenia* (Balle, 1959b). En aquells moment es varen registrar unes concentracions de pigments especialment elevades i anormals per la zona, de 325.240 U.H.P. (Balle, 1959b). Les U.H.P., o unitats Harvey de pigments, corresponen aproximadament a 0.013 mg de plàncton sec i sense cendres en el cas de diatomees (Margalef, 1960) i es tracta d'unes unitats avui en dia en desús. Malauradament no es disposa de dades d'abundància cel·lular d'aquesta proliferació. Igualment, Del Hoyo (1981) registra una discoloració marró vermellosa al port de Maó durant el mes de maig de 1975 causada per diverses espècies de dinoflagel·lats del gènere *Prorocentrum*, amb un màxim de clorofil·la *a* de 55.98 $mg{\cdot}m^{-3}$. Del Hoyo (1981) també cita una discoloració blanca verdosa a l'estiu de 1974 en el mateix port, en aquesta ocasió causada per coccolitoforals.

Pel que fa a les PANs recopilades en el present treball, la màxima abundància cel·lular ha estat registrada en una discoloració roja causada per l'espècie *Alexandrium minutum* Halim, ocorreguda al port de Palma els mesos d'abril i maig de 1995, amb un total de 45 $\cdot 10^{6}$ $cèl{\cdot}l^{-1}$ de l'espècie majoritària (Forteza *et al.*, 1998). En aquest cas també es varen registrar les màximes concentracions de biomassa fitoplanctòniques en termes de clorofil·la *a* que es tenen constància a hores d'ara, amb 237 $mg{\cdot}m^{-3}$ (Quetglas i Forteza, 2001). En segon lloc trobam una proliferació amb abundàncies cel·lulars de 21 $\cdot 10^{6}$ $cèl{\cdot}l^{-1}$ de l'espècie majoritària i concentracions de clorofil·la *a* de 105.80 $mg{\cdot}m^{-3}$, corresponents a una discoloració similar causada per la mateixa espècie al mateix lloc del port de Palma al març de 1999 (Puigserver *et al.*, 1999). En els dos casos les proliferacions es varen situar just a la zona de la desembocadura del torrent de Sa Riera.

A més, podem observar que aquestes proliferacions han estat causades per espècies de diferents grups taxonòmics, predominant les dinoflagel·lades (Taula 1). Entre aquestes espècies s'han identificat una crisofícia, les diatomees *Amphora* spp., *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle i *Chaetoceros* sp. i les dinoflagel·lades *Alexandrium minutum* Halim, *Alexandrium taylori* Balech, *Gymnodinium* sp., *Peridinium* sp. i *Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter *et* Schnepf) Hansen, Botes i Salas (Taula 1).

Per altra banda, també hem recopilat un total de 43 PANs amb concentracions cel·lulars inferiors a 10^{6} $cèl{\cdot}l^{-1}$ de l'espècie o espècies causants de la proliferació (Taula 2). Tenim constància que entre aquestes

Taula 1. Registre de proliferacions algals nocives (PANs) a les Illes Balears amb abundàncies cel·lulars de les espècies majoritàries superiors a 10^6 cèl·l^{-1}. CHL.*a* = Clorofil·la *a*.
Table 1. *Harmful Algae Bloom (HABs) citations with causative species cell abundances higher than* 10^6 *cèl·l*$^{-1}$. CHL.*a* = Chlorophyll *a*.

LOCALITZACIÓ	ESPÈCIES MAJORITÀRIES	CONCENTRACIÓ CEL·LULAR TOTAL (cèl ·l^{-1})	CHL.*a* (mg · m^{-3})	REFERÈNCIA
Port de Sóller (Mallorca) Juliol 1991	Crisofícia *Peridinium* sp. *Gymnodinium* sp.	$1.18 \cdot 10^6$ *$1.12 \cdot 10^6$	79.04	Moyà i Martínez-Taberner, 1993
Port de Palma (Mallorca) Abril i Maig 1995	*Alexandrium minutum* Halim	*$45 \cdot 10^6$	237	Forteza *et al.*, 1998 Quetglas i Forteza, 2001
Palmira-Peguera (Mallorca) Estiu 1995	*Alexandrium taylori* Balech	*$14.8 \cdot 10^6$	-	Forteza i Quetglas, 1995
Torà-Peguera (Mallorca) Estiu 1995	*Alexandrium taylori* Balech	*$3.3 \cdot 10^6$	47.1	Forteza i Quetglas, 1995
Port d'Andratx (Mallorca) Març 1997	*Alexandrium minutum* Halim	$6.69 \cdot 10^6$ *$4 \cdot 10^6$	3.39	Moyà *et al.*, 2000
Port de Palma (Mallorca) Març-Juny 1998	*Amphora* spp.	$12.11 \cdot 10^6$ *$6.13 \cdot 10^6$	11.11	Quetglas, 1998
Port de Palma (Mallorca) Març 1999	*Alexandrium minutum* Halim	$29.39 \cdot 10^6$ *$20.87 \cdot 10^6$	105.80	Puigserver *et al.*, 1999
Peguera (Mallorca) Agost 2002	*Alexandrium taylori* Balech	*$4 \cdot 10^6$	22	Basterretxea *et al.*, 2005
Santa Ponça (Mallorca) Juny 2003	*Alexandrium taylori* Balech i *Gymnodinium* sp.	*$8 \cdot 10^6$	32	Basterretxea *et al.*, 2007
Peguera (Mallorca) Juny 2003	*Gymnodinium* spp, petits dinoflagel·lats, *Alexandrium taylori* Balech i *Alexandium minutum* Halim	*$9 \cdot 10^6$	36	Basterretxea *et al.*, 2007
Cala Gracioneta (Eivissa) Estiu 2003	*Gymnodinium* sp.	*$3.22 \cdot 10^6$	-	Tintoré, 2007
Port Maó (Menorca) Juliol 2004	*Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle	$2.17 \cdot 10^6$ *$1.72 \cdot 10^6$	-	Aquest estudi
Sant Elm (Mallorca) Estiu 2004	*Gymnodinium* sp.	*$1.75 \cdot 10^6$	-	Tintoré, 2007
Cala Gracioneta (Eivissa) Estiu 2004	*Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas	*$12.50 \cdot 10^6$	-	Illoul *et al.*, 2008

Es Canutells (Menorca) Estiu 2005 Estiu 2006	*Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas	$*2.72 \cdot 10^6$ $*1.79 \cdot 10^6$	-	Illoul *et al.*, 2008
Cala Alcalfar (Menorca) Estiu 2006	*Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas	$*2.54 \cdot 10^6$	-	Illoul *et al.*, 2008
Caló d'en Pellicer (Mallorca) Agost 2006	*Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas	$*>1.2 \cdot 10^6$	-	Illoul *et al.*, 2008
Platja de Muro (Mallorca) Agost 2007	*Chaetoceros* sp. Ultraflagel·lades	$13.37 \cdot 10^6$ $*3.38 \cdot 10^6$	-	Aquest estudi
Es Canar (Eivissa) Juliol 2011 Juliol 2013	*Alexandrium taylori* Balech	$2.23 \cdot 10^6$ $*1.75 \cdot 10^6$ $1.25 \cdot 10^6$ $*1.25 \cdot 10^6$	-	Aquest estudi

*Concentració cel·lular de l'espècie o espècies majoritàries.

proliferacions s'han pogut observar fenòmens de discoloracions en comptades ocasions. Són el cas de les proliferacions del Port d'Andratx al 2008, Santa Eulària al 2011 i Cala Santanyí al 2015 (Taula 2). En aquests casos, les espècies majoritàries han estat primnesiofícies principalment del gènere *Phaeocystis* i les dinoflagel·lades *Alexandrium taylori* Balech i *Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas (Taula 2).

En aquests moments cal comentar que les dades recollides en el present estudi s'han de comparar de manera aproximada. Tot i que les dades que presentam són abundàncies cel·lulars calculades a partir de mostres sedimentades per la mateixa tècnica de microscòpia invertida, hi ha factors que poden donar un cert grau de diferència en els recomptes i que són bàsicament les metodologies específiques de mostreig i els fixadors utilitzats. En uns casos els mostrejos es varen realitzar a les zones de màxima discoloració de les aigües (Moyà i Martínez-Taberner, 1993; Forteza *et al.*, 1998; Puigserver *et al.*, 1999; Moyà *et al.*, 2000; i part d'aquest estudi). En altres casos, el mostrejos es varen realitzar cercant específicament les millors condicions favorables al creixement de dinoflagel·lats i que eren després de dies de temps estable de l'estiu, a les zones més confinades de les platges i a les hores de màxima insolació, intentant registrar al màxim la distribució d'espècies potencialment nocives a platges del litoral Balear (Tintoré, 2007; Illoul *et al.*, 2008). En altres casos els punts de mostreig estaven prèviament fixats, com en els estudis de seguiment de les poblacions fitoplanctòniques per a la identificació d'organismes amb capacitat de causar problemes de toxicitat a les zones de recollida de marisc (Puigserver i Moyà, 2000; part d'aquest estudi) o en l'estudi de la comunitat fitoplanctònica en general de platges a Santa Eulària (aquest estudi). Pel que fa als fixadors, tot i què majoritàriament s'ha utilitzat Lugol, alguns registres fan referència a mostres fixades amb Formalina (Forteza *et al*, 1998) o Formaldehid (Forteza i Quetglas, 1995 i 1996; Quetglas, 1998; part d'aquest estudi). Finalment, hi ha dades que formen part d'estudis de tot el litoral Balear (Tintoré,

Taula 2. Registre d'altres proliferacions algals nocives (PANs) a les Illes Balears amb abundàncies cel·lulars de les espècies majoritàries inferiors a 10^6 cèl·l^{-1}. CHL.*a* = Clorofil·la a.
Table 2. *Some other Harmful Algae Bloom (HABs) citations with causative species cell abundances lower than* 10^6 *cèl·l*$^{-1}$. CHL.*a* = Chlorophyll *a*

LOCALITZACIÓ	ESPÈCIES MAJORITÀRIES	CONCENTRACIÓ CEL·LULAR TOTAL (cèl ·l^{-1})	CHL.*a* (mg · m^{-3})	REFERÈNCIA
Badia Alcúdia (Mallorca) Juliol 1991	*Leptocylindrus danicus* Cleve	$9.20 \cdot 10^5$ $*6.81 \cdot 10^5$	3.23	Vives, 1992
Port de Maó (Menorca) Setembre 1993	*Nitzschia acicularis* (Kützing) W.Smith	$3.28 \cdot 10^6$ $*2.35 \cdot 10^5$	-	Forteza, 1993
Port de Maó (Menorca) Febrer 1996	*Prorocentrum triestinum* Schiller	$1.07 \cdot 10^6$ $*1.6 \cdot 10^5$	-	Forteza, 1996
Peguera (Mallorca) Estiu 1996	*Alexandrium taylori* Balech	$*1.5 \cdot 10^4$		Forteza i Quetglas, 1996
Santa Ponça (Mallorca) Peguera (Mallorca) Cala Galdana (Menorca) Cala en Porter (Menorca) Cala Tarida (Eivissa) Estiu 1997	*Alexandrium taylori* Balech	$* > 10^5$	-	Garcés *et al.*, 2000
Port d'Andratx (Mallorca) Febrer 1998	*Alexandrium minutum* Halim	$1.53 \cdot 10^6$ $*4.75 \cdot 10^5$	> 4.5	Puigserver, 2003
Port de Maó (Menorca) Març 2000	*Phaeocystis cordata* Zingone *et* Chrétiennot-Dinet Altres Primnesiofícies	$2.47 \cdot 10^6$ $*4.7 \cdot 10^5$	-	Puigserver i Moyà, 2000
Peguera (Mallorca) Juny 2001	*Ostreopsis* spp.	$*2.5 \cdot 10^4$	-	Vila *et al.*, 2008
S'Arenal (Mallorca) Juny 2003	*Leptocylindrus minimus* Gran	$3.67 \cdot 10^5$ $*1.30 \cdot 10^5$	-	Aquest estudi
S'Arenal (Mallorca) Desembre 2003	*Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle	$1.41 \cdot 10^6$ $*7.32 \cdot 10^5$	-	Aquest estudi
Cala Torrent (Eivissa) Estius 2003	*Gymnodinium* sp.	$*1.41 \cdot 10^5$	-	Tintoré, 2007

Cala Salada (Eivissa). Estius 2003 i 2004	*Gymnodinium* sp.	$*7.17 \cdot 10^5$	-	Tintoré, 2007
Cala Tarida (Eivissa) Estius 2003, 2005 i 2006	*Alexandrium taylori* Balech	$*7.65 \cdot 10^5$	-	Tintoré, 2007
S'Arenal (Mallorca) Juny 2004	*Leptocylindrus minimus* Gran	$1.22 \cdot 10^6$ $*5.62 \cdot 10^5$	-	Aquest estudi
Sant Elm (Mallorca) Estiu 2004	*Alexandrium taylori* Balech	$*1.56 \cdot 10^5$	-	Tintoré, 2007
Cala Santanyí (Mallorca) Estius 2004 i 2006	*Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas	$*2.13 \cdot 10^5$	-	Illoul *et al.*, 2008
Cala en Porter (Menorca) Estiu 2004	*Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas	$*3.33 \cdot 10^5$	-	Illoul *et al.*, 2008
Cala en Blanes (Menorca) Estiu 2004	*Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas	$*4.16 \cdot 10^5$	-	Illoul *et al.*, 2008
Palmanova (Mallorca) Estiu 2005	*Gymnodinium* sp.	$*2.88 \cdot 10^5$	-	Tintoré, 2007
Santa Ponça (Mallorca) Estiu 2005	*Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas	$*8.55 \cdot 10^5$	-	Illoul *et al.*, 2008
Cala Alcalfar (Menorca) Estiu 2005	*Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas	$*6.59 \cdot 10^5$	-	Illoul *et al.*, 2008
Portinatx (Eivissa) Estiu 2005	*Alexandrium taylori* Balech	$*2.39 \cdot 10^5$	-	Tintoré, 2007
Port Maó (Menorca) Setembre 2005	*Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle	$9.92 \cdot 10^5$ $*4.86 \cdot 10^5$	-	Aquest estudi
Cala Vadella (Eivissa) Estius 2005 i 2006	*Alexandrium taylori* Balech	$*9.87 \cdot 10^5$	-	Tintoré, 2007
Peguera (Mallorca) Estiu 2006	*Gymnodinium* sp.	$*5.02 \cdot 10^5$	-	Tintoré, 2007
Binissafúller (Menorca) Estiu 2006	*Gymnodinium* sp.	$*2.37 \cdot 10^5$	-	Tintoré, 2007

Cala Torrent (Eivissa) Estiu 2006	*Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas	$*1.89 \cdot 10^5$	-	Illoul *et al.*, 2008
Port Maó (Menorca) Agost 2006	*Chaetoceros* spp.	$1.99 \cdot 10^6$ $*8.11 \cdot 10^5$	-	Aquest estudi
Port de Maó (Menorca) Agost 2007	*Phaeocystis* sp. Altres Primnesiofícies	$2.36 \cdot 10^6$ $*8.39 \cdot 10^5$	-	Aquest estudi
S'Arenal (Mallorca) Octubre 2007	*Chaetoceros* sp.	$1.63 \cdot 10^6$ $*7.29 \cdot 10^5$	-	Aquest estudi
Cala Santanyí (Mallorca) Juliol 2008	*Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas	$1.69 \cdot 10^6$ $*8.0 \cdot 10^5$	-	Aquest estudi
Port d'Andratx (Mallorca) Octubre 2008	*Phaeocystis* sp. Altres Primnesiofícies	$1.57 \cdot 10^6$ $*7.29 \cdot 10^5$	-	Aquest estudi
Santa Eulària (Eivissa) Juliol 2011	*Alexandrium taylori* Balech *Phaeocystis* sp.	$*2.14 \cdot 10^5$	-	Aquest estudi
Cala Santanyí (Mallorca) Juliol 2015	*Lepidodinium chlorophorum* (Elbrächter i Schnepf) Hansen, Botes i Salas	$2.39 \cdot 10^6$ $*8.61 \cdot 10^5$	-	Aquest estudi

*Concentració cel·lular de l'espècie o espècies majoritàries.

2007; Illoul *et al.*, 2008), però la majoria corresponen a zones molt localitzades.

Hem de recordar també que hi ha certes diferències en la temporalització dels estudis recollits en el present treball. Algunes dades corresponen a mostres obtingudes únicament durant el temps que s'han produït les discoloracions (Moyà i Martínez-Taberner, 1993; Forteza i Quetglas, 1995; Forteza *et al.*, 1998; Puigserver *et al.*, 1999; i part d'aquest estudi); altres dades corresponen a períodes concrets com són els estius del 2003 al 2006 a tot el litoral Balear (Tintoré, 2007; Illoul *et al.*, 2008); altres són part del seguiment de la comunitat fitoplanctònica al llarg de tot l'any, com el realitzat al port d'Andratx de 1995 a 1998 (Moyà *et al.*, 2000; Puigserver, 2003); i finalment trobam el seguiment més prolongat en el temps, tot i que canviant la freqüència de recollida de mostres, que s'ha realitzat al port de Maó des de 1993 fins a l'actualitat (Forteza, 1993; part d'aquest estudi).

Per tenir una idea més visual de la distribució de les PANs al litoral de les Balears mostram la seva localització en el mapa de la Fig. 1. Per una banda, s'observa l'existència de registres de proliferacions a una part important del litoral Balear, amb excepció del litoral nord de Menorca, quasi tot el llevant, sud-est i costa nord de Mallorca i l'illa de Formentera. Per altra banda, es localitzen dues zones que semblen especialment conflictives, de les que tenim registres recurrents en diferents anys i que són la zona sud-oest de Mallorca, de la platja de Palma fins a Sant Elm, i la zona als voltants de Sant Antoni de Portmany a l'illa d'Eivissa (Fig. 1).

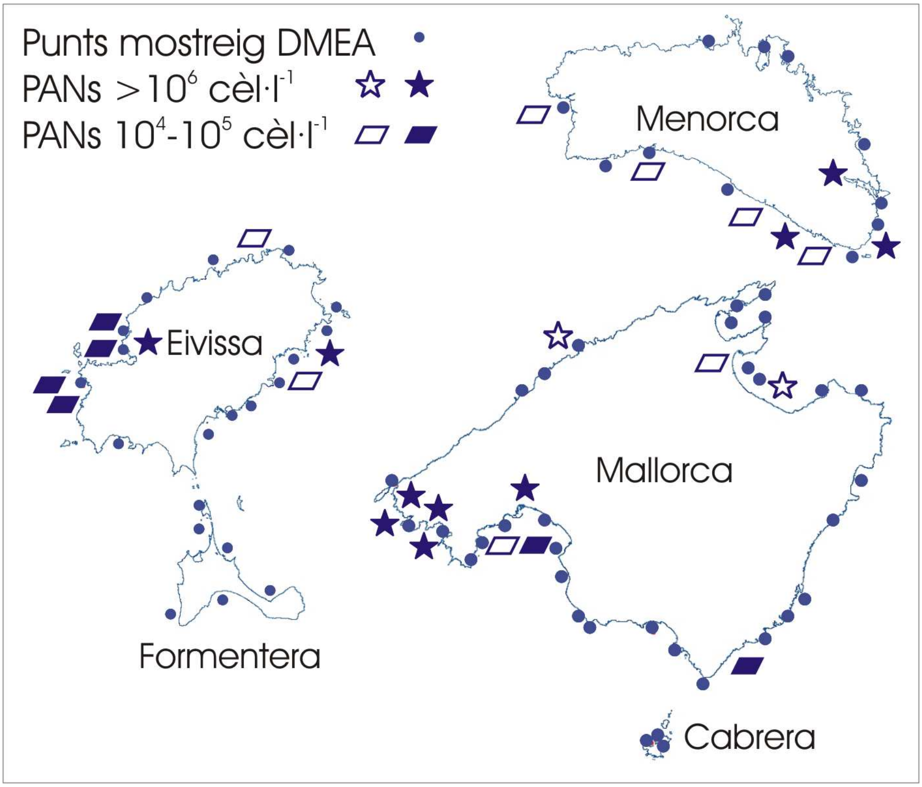


Fig. 1. Mapa de localització de les proliferacions algals nocives (PANs). Símbols buits indiquen primers registres de PANs en una àrea. Símbols acolorits indiquen PANs recurrents.

Fig. 1. *Harmful Algae Blooms (HABs) location map. Empty symbols indicate a first HAB in the area. Colored symbols indicate recurrent HABs.*

Així mateix, hi ha altres zones concretes que també han mostrat recurrència de proliferacions com són el port de Maó, Es Canutells i cala Alcalfar a Menorca, cala Santanyí a Mallorca i Es Canar a Eivissa. Bàsicament, aquestes zones es troben sotmeses a una forta pressió antròpica, ja sigui urbanística de caire residencial, portuària o turística en general. Algunes de les proliferacions han estat relacionades directament amb factors antròpics, com és el cas de la proliferació del port de Palma al març de 1999 (Puigserver *et al.*, 1999). Aquesta proliferació s'associa a unes concentracions extraordinàriament altes de nutrients, que necessàriament han de tenir un origen extern al sistema, elevades temperatures i estabilitat de l'aigua causada pels successius espigons del port (Puigserver *et al.*, 1999). Un altra exemple, són els creixements fitoplanctònics observats al port de Maó coincidint amb unes feines de dragat realitzades l'any 2000 (Puigserver *et al.*, 2001).

Finalment, per analitzar la distribució geogràfica de PANs causades per diferents grups de microalgues, mostram a la Fig. 2 un recull de les que han assolit abundàncies

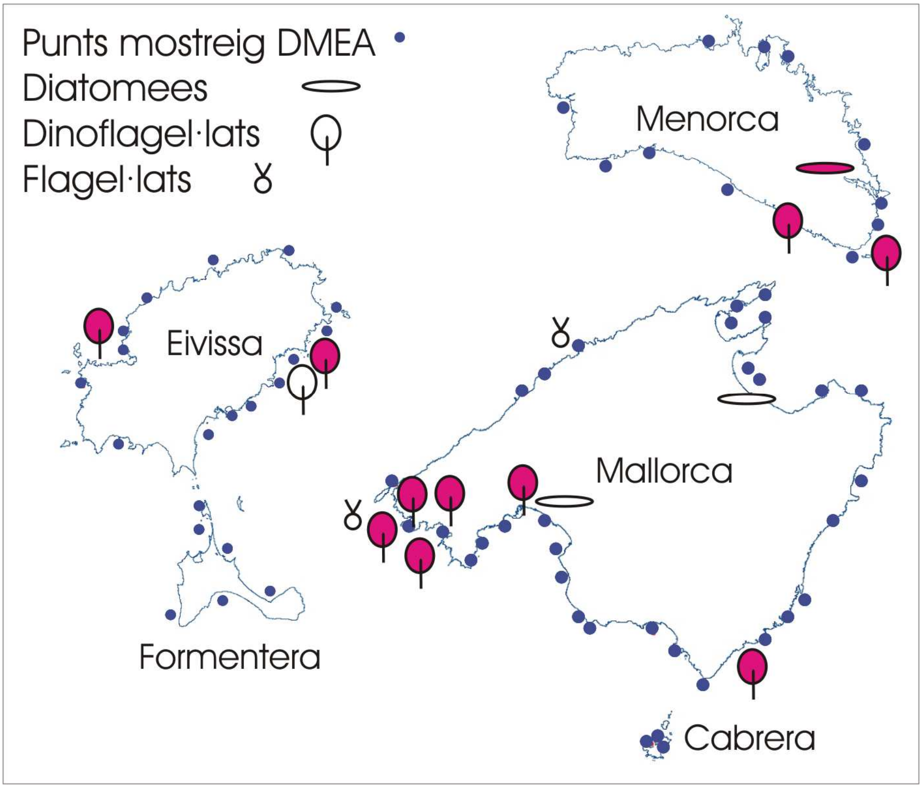


Fig. 2. Mapa de localització de les proliferacions algals nocives (PANs) amb abundàncies cel·lulars de les espècies majoritàries superiors a 10^6 cèl·l^{-1} i altres proliferacions causants de discoloracions, indicant el grup de microalgues dominant. Símbols buits indiquen primers registres de PANs en una àrea. Símbols acolorits indiquen PANs recurrents.

Fig. 2. *Harmful Algae Blooms (HABs) location map with causative species cell abundances higher than 10^6 cèl·l^{-1} and other red tides, showing the taxonomic group of causative species. Empty symbols indicate a first HAB in the area. Colored symbols indicate recurrent HABs.*

cel·lulars superiors a 10^6 cèl·l^{-1} de les espècies majoritàries, indicant el grup de microalgues dominant en cada cas. Així mateix, també s'inclouen les proliferacions amb registres d'abundàncies cel·lulars inferiors però que han provocat discoloracions de les aigües i que hem citat anteriorment. Podem veure que les proliferacions d'altes densitats o associades a discoloracions han estat causades majoritàriament per diferents espècies dinoflagel·lades i que en molts casos presenten recurrència. Les dinoflagel·lades tenen cicles biològics complexes amb formes enquistades que romanen en els sediments durant les èpoques desfavorables (Anderson *et al.*, 1995) i que, en part justifiquen la recurrència de les seves proliferacions. Una vegada aquestes algues s'han instal·lat en una zona és més probable que es repeteixin aquests tipus d'esdeveniments.

Per altra banda, podem observar com les proliferacions associades a altres grups,

diatomees i flagel·lades, han estat més limitades, sembla que la recurrència de proliferacions d'aquests grups no és tan clara (Fig. 2). A més, en el cas de la proliferació del port de Sóller, tot i que hem representat l'espècie majoritària que era una petita flagel·lada, hem de recordar que la proliferació també es va associar a elevades abundàncies de dues dinoflagel·lades (Moyà i Martínez-Taberner, 1993). Les diatomees són un grup amb elevades taxes de reproducció, que es veu afavorit en condicions de turbulència i altes concentracions de nutrients (Margalef, 1974b; Duarte *et al.*, 2000). Concretament, les diatomees proliferen quan les aportacions de nutrients són continuades, mentre que les entrades disperses de nutrients afavoreixen el creixement de flagel·lats i Gymnodinials (Carrada *et al.*, 1981). Així mateix, s'ha constatat que les flagel·lades incloent dinoflagel·lades presenten estratègies nutricionals alternatives com són l'eficiència en baixes concentracions de nutrients (Smayda, 1997), preferència per formes de nitrogen reduïdes com l'amoni i la urea (DeYoe i Suttle, 1994) i mixotròfia per ingestió de partícules o absorció de composts orgànics dissolts (Granéli i Carlsson, 1998; Masó i Garcés, 2006). Les formes de nitrogen en aigües marines costaneres han canviat dràsticament per culpa de les activitats antròpiques i han de considerar-se un factor clau per a l'augment de les PANs (Masó i Garcés, 2006) i de manera particular les formes de nitrogen orgàniques (Glibert *et al.*, 2001).

Volem fer una darrera referència al fet de que no tenir registres científics de PANs a determinades zones no garanteix que no s'hi hagin produït. Tot i això, les zones que per ara semblen lliures d'aquestes proliferacions coincideixen en tenir algunes característiques en comú. Per una part, la zona nord de Menorca, llevant, sud-est i costa nord de Mallorca poden veure's afavorides per trobar-se més afectades per la dinàmica de mar oberta. Per altra banda, Formentera possiblement quedaria lliure pel seu estat més natural, menor població i una pressió antròpica de caire més estacional.

Agraïments

Una part d'aquest treball ha estat possible gràcies a diversos contractes de col·laboració entre la Conselleria d'Agricultura i Pesca del Govern Balear, o els respectius Consells Insulars de Mallorca i Menorca, i la Fundació Universitat - Empresa de les Illes Balears per al seguiment del fitoplàncton en el Port de Maó i a la Badia de Palma. Una altra part s'ha realitzat gràcies a l'estudi de les comunitats fitoplanctòniques d'estiu a quatre platges de Santa Eulària del Riu promogut i subvencionat per la Regidoria de Medi Ambient d'aquest ajuntament. Agraïm a totes les persones que en un o altre moment durant tots aquests anys ens han alertat de proliferacions o han ajudat en la presa o anàlisi puntual d'algunes mostres, especialment al Sr. J.M. Valencia del LIMIA. Així mateix agraïm al Dr. Eduardo Cozar, Cap del Servei de Medi ambient de l'Ajuntament de Calvià, i a la Sra. Mª Cruz Iglesias, responsable de la biblioteca del Centre Oceanogràfic de Balears, per la seva ajuda en la recerca bibliogràfica.

Bibliografia

Anderson, D.M., Fukuyo, Y. i Matsuoka, K. 1995. Cyst methodologies. *In*: Hallegraeff, G.M., Anderson, D.M. i Cembella, A.D. (eds.). *Manual on harmful marine*

microalgae. IOC Manuals and guides nº 33. UNESCO, Paris. 229-249.

Balle, P. 1953. Fitopláncton de la Bahía de Palma de Mallorca. Año 1952. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 61: 3-21.

Balle, P. 1959a. Análisi cualitativo del fitopláncton del puerto de Palma de Mallorca. Durante los años 1954 y 1955. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 93: 2-13.

Balle, P. 1959b. Nuevos datos sobre el desarrollo del fitopláncton del puerto de Palma de Mallorca. (Desde abril de 1956 a diciembre de 1957). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 94: 3-8.

Balle, P. 1959c. Análisis cuantitativo del fitoplàncton del puerto de Palma de Mallorca. (Desde noviembre de 1953 a marzo de 1956). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 95: 3-13.

Balle, P. 1961. Phytoplankton d'Ibiza et de la côte Est et Sud de la peninsule Iberique. *Com. Int. Expl. Sci. Mer Medit. Rapp. et P.-V.*, 16(2): 231-236.

Balle, P., Molinier, R. i Picard, J. 1959. Análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplàncton del puerto de Palma de Mallorca, 1953-1957: Nota preliminar sobre algunas poblaciones marinas de la isla de Mallorca. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 93-96: 41 pp.

Barroso, P., Rueda, P., Parrón, T., Marín, P. i Guillén, J. 2008. Brote con clínica respiratoria en la provincia de Almería por posible exposición a microalgas. *In*: Gilabert, J. (ed.). *Actas IX Reunión Ibérica sobre Fitoplancton Tóxico i Biotoxinas.* Cartagena. 59-60.

Basterretxea, G., Garcés, E., Jordi, A., Masó, M. i Tintoré, J. 2005. Breeze conditions as a favoring mechanism of *Alexandrium taylori* blooms at a Mediterranean beach. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 62: 1-12.

Basterretxea, G., Garcés, E., Jordi, A., Anglès, S. i Masó, M. 2007. Modulation of nearshore harmful algal blooms by in situ growth rate and water renewal. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 352: 53-65.

Billard, CH. i Chrétiennot-Dinet, M.J. 1995. Métodos para el estudio de los flagelados. *In*: Alveal, K., Ferrario, M.E., Oliveira, E.C. i Sar, E. (eds.). *Manual de métodos ficológicos*. Univ. de Concepción. Concepción. 119-138.

Carrada, G.C., Fresi, E., Marino, D., Modigh, M. I Ribera d'Alcalá, M. 1981. Structural analysis of winter phytoplankton in the Gulf of Naples. *J.Plankton Res.*, 3(2): 289-314.

Dehesa, 1981. *Memoria d'activitats "Fitoplàncton del Port de Maó" (1980-1981)*. Beca del Consell Insular de Mallorca, Palma. 15pp. Inèdita.

DeYoe, H.R. i Suttle, C.A. 1994. The inability of the Texas "brown tide" alg to use nitrate and the role of nitrogen in the initiation of a persistent bloom of this organims. *J. Phycol.*, 30: 800-806.

Del Hoyo, F.J. 1980. Fluctuació anual del "Fitoplàncton" del port de Ciutat de Mallorca. *Maina*, 2: 9-14.

Del Hoyo, F.J. 1981. El port de Maó. Un ecosistema de gran interès ecològic i didàctic. *Maina*, 3: 32-37.

Duarte, C.M., Agustí, S. i Agawin, N.S.R. 2000. Response of a Mediterranean phytoplankton community to increased nutrient inputs: a mesocosm experiment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 195: 61-70.

DMEA (Directiva Marco Europea del Agua), 2000. Directiva 2000/60/C del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 22.12.2000, I.327/1-72.

Forteza, V. 1993. Seguiment de les poblacions fitoplanctòniques en el Port de Maó (Menorca). Identificació d'organismes amb capacitat de causar problemes de toxicitat. *Informe mensual, Setembre 1993*. Ciutat de Mallorca. Inèdita.

Forteza, V. 1996. Seguiment de les poblacions fitoplanctòniques en el Port de Maó (Menorca). Identificació d'organismes amb capacitat de causar problemes de toxicitat. *Informe mensual, Febrer 1996*. Ciutat de Mallorca. Inèdita.

Forteza, V. i Quetglas, G. 1995. Discoloració de les aigües a les platges de Peguera (Calvià) a l'estiu de 1995: identificació de l'organisme responsable i proposta d'actuació. Informe tècnic realitzat pel dept. Biologia Ambiental (UIB) per a l'Ajuntament de Calvià, 12pp. Inèdita.

Forteza, V. i Quetglas, G. 1996. Discoloració de les aigües a les platges de Peguera (Calvià) a l'estiu de 1996. Informe tècnic realitzat per a l'Ajuntament de Calvià, 46pp. Inèdita.

Forteza, V., Quetglas, G. , Delgado, M., Reyero, M.I., Fraga, C., Franco, J.M. i Cacho, E. 1998. Toxic *Alexandrium minutum* bloom in Palma de Mallorca harbour (Balearic Islands, Western Mediterranean). *In:* Reguera, B., Blanco, J., Fernández, M.L. i Wyatt, T. (eds.). *Harmful Algae*. Xunta de Galicia, Intergovernamental Oceanographic Comisión of UNESCO. Santiago de Compostela. 58-59.

Fritz, J. i Triemer, R.E. 1985. A rapid technique utilizing Calcofluor White M2R for the visualization of dinoflagellate thecal plates. *J. Phycol*., 21: 662-664.

Garcés, E., Masó, M., Delgado, M., Vila M. i Camp, J. 2000. Actualización de los resultados de las proliferaciones del dinoflagelado *Alexandrium taylori* (Balech). *In*: Márquez, I. (coord.). *Actas VI Reunnión Ibérica sobre fitoplancton tóxico y biotoxinas. Congresos y Jornadas Nº55/00*. Junta de Andalucía. Sevilla. 215-218.

Glibert, P.M. i Pitcher, G. 2001. *GEOHAB Science Plan.* SCOR and IOC, Baltimore and Paris. 86 pp.

Glibert, P.M., Magnien, R., Lomas, M.W., Alexander, J., Fan, C.K., Haramoto, E. Trice, M. i Kana, T.M. 2001. Harmful algal blooms in the Chesapeake and coastal bays of Maryland, USA: comparison of 1997, 1998, and 1999 events. *Estuaries*, 24: 875-883.

Granéli, E. i Carlsson, P. 1998. The ecological significance of phagotrophy in photosynthetic flagellates. In: Anderson, D.M., Cembella, A.D. i Hallegraeff, G.M. (eds.), *Physiological ecology of Harmful Algal Blooms*. Springer-Verla, Berlin. 539-557.

Hallegraeff, G.M., Anderson, D.M. i Cembella, A.D. 1995. *Manual on harmful marine microalgae.* IOC Manuals and guides nº 33. UNESCO, Paris. 551 pp.

Illoul, H., Masó M., Reñé, A. i Anglès, S. 2008. *Gymnodinium chlorophorum* causante de proliferacions de altas biomasas en aguas recreativas de las Islas Baleares (veranos 2004-2006). *In*: Gilabert, J. (ed.). *Actas IX Reunión Ibérica sobre Fitoplancton Tóxico i Biotoxinas.* Cartagena. 69-75.

Jansà, J. 1976. Dinoflagelados y tintinoideos de la Bahía de Palma y zona NO de Mallorca (Baleares). Primavera (1970). *Bol. Soc. Hist. Nat. Bal.*, 21: 94-114.

Lecal, J. 1954. Richesse en microplancton estival des eaux méditerranéennes, de Port Vendres a Orán. *Vie et Milieu*, suplem. Nº 3: 13-95.

Lecal, J. 1959. Nannoplancton de la mer Catalane. *Bull. Inst. Ocean. Monaco*, 1152: 1-11.

Lee, R.E. 1999. *Phycology*. Cambridge University Press, Cambridge. 614 pp.

Lund, J.W.G., Kipling, C i Lecren, E.D. 1958. The inverted microscope methods of estimating algal numbers and stadistical basis of the estimations by counting. *Hydrobiologia*, 11: 143-170.

Margalef, R. 1960. Valeur indicatrice de la composition des pigments du phytoplancton sur la productivité, composition taxonomique et propriétés dynamiques des populations. *Rapports et Proces-Verbaux de Reunions Inst. Inv. Pesqueras*, XV(2): 278-282.

Margalef, R. 1974a. Counting. *In*: Vollenweider, R.A. (ed.). *A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments.* Blackwell Scientific Publications. Oxford. 7-14.

Margalef, R. 1974b. *Ecología*. Omega, Barcelona. 951 pp.

Masó, M. i Garcés, E. 2006. Harmful microalgae bloom (HAB); problematic and conditions that induce them. *Mar. Poll. Bul.*, 53: 620-630.

Masó, M., Garcés, E., Pages, F., Camps, J. 2003. Drifting plastic debris as potential vector for dispersing Harmful Algal bloom (HAB) species. *Sci. Mar.*, 67: 107-111.

Massutí, M. 1943. Nuevos datos para el conocimiento del Mar Balear. *Anal. Univ. Barcelona*, (1943): 167-184.

Massutí, M. 1948.Estudio del plancton del puerto de Mahón en el curso de un año. 1946. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr*., 2: 1-29.

Moestrup, Ø. i Thomsen, A.H. 1980. Preparations of shallow-cast whole mounts. *In*: Gantt, E. (ed.). *Handbook of phycological metods. Developmentaland cytological methods*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 69-85.

Moyà, G. i Martínez-Taberner, A. 1993. Una proliferació de fitoplàncton al Port de Sóller (Mallorca, estiu 1991). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 36: 121-127.

Moyà, G., Puigserver, M., Sintes, E., Ramon, G. i Martínez-Taberner, A. 2000. Proliferación de *Alexandrium minutum* en el Port d'Andratx (Mallorca, Illes Balears) relación con las variables físicas, químicas y biológicas. *In*: Márquez, I. (coord.). *Actas VI Reunnión Ibérica sobre fitoplancton tóxico y biotoxinas. Congresos y Jornadas Nº55/00*. Junta de Andalucía. Sevilla. 207-213

Navarro, F. i Bellon, F. 1945. Catálogo de la Flora del Mar de Baleares (con exclusión de las Diatomeas). *Notas y Resúmenes I.E.O.*, 124 (II): 161-295.

Navarro, F. i Massutí, M. 1940. Composición y ciclo anual del plancton superficial de la Bahía de Palma de Mallorca. *Inst. Esp. Oceanogr.*, Not. y Res. Ser. II. 97: 1-60.

Puigserver, M. 2003. *Aspectes ecològics i taxonòmics del fitoplàncton a zones costaneres de la Mediterrània*. Tesi Doctoral. Universitat de les Illes Balears. 235pp. Inèdita.

Puigserver, M. i Moyà, G. 2000. Observacions de *Phaeocystis cordata* (Prymnesiophyceae) en el Port de Maó (Illes Balears, Mediterrani Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 43: 77-80.

Puigserver, M., Moyà, G. i Ramon, G. 1999. Proliferació de l'espècie tòxica *Alexandrium minutum* Halim en el Port de Palma (Mallorca, març 1999), relació amb les característiques del medi. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 47-53.

Puigserver, M., Moyà, G. i Valencia, J.M. 2001. Seguiment del fitoplàncton a zones de recollida de marisc de les Balears durant els anys 1999 i 2000. *In*: Pons, G.X. (ed.). *III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i resums*. SHNB. Palma de Mallorca. 183-184.

Puigserver, M., Ramon, G., Moyà, G. i Martínez-Taberner, A. 2002. Planktonic chlorophyll *a* and eutrophication in two Mediterranean littoral systems (Mallorca Island, Spain). *Hydrobiologia*, 475/476: 493-504.

Puigserver, M., Monerris, N., Pablo, J., Alós, J. i Moyà, G. 2010. Abundance patterns of the toxic phytoplankton in coastal waters of the Balearic Archipelago (NW Mediterranean Sea): a multivariate approach. *Hydrobiologia*, 644: 145-157.

Quetglas, G. 1998. *Estudi de les poblacions fitoplanctòniques i marees roges a les aigües del Port de Palma de Mallorca*. Premis Ciutat de Palma 1998. Beca d'Investigació de Ciències de la Naturalesa, Palma. 49pp. Inèdita.

Quetglas, G. i Forteza, V. 2001. Les marees roges del port de Palma (1995-1999). *In:* Pons, G.X. (ed.). *III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears*. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca. 216-217.

Riera, T. i Blasco, D. 1967. Plancton superficial del mar de Baleares en julio de 1966. *Inv. Pesq.*, 31(3): 463-484.

Rothschild, B.J., Ault, J.S., Goulletquer, P. i Heral, M. 1994. Decline of the Chesapeake Bay oyster population: a century of habitat destruction and overfishing. *Mar. Eco. Prog. Ser.*, 111: 29-39.

Smayda, T. 1997. What is a bloom? A commentary. *Limnol. Oceanogr.*, 42: 1132-1136.

Taylor, F.J.R. 1978. Dinoflagellates. In: Sournia, A. (ed.). *Phytoplankton manual.* Monographs on Oceanographic Methodology nº 6. UNESCO. Paris. 143-147.

Throndsen, J. 1978. Preservation and storage. *In*: Sournia, A. (ed.). *Phytoplankton manual*. Monographs on Oceanographic Methodology nº 6. UNESCO. Paris. 69-74.

Tintoré, J. (coord.). 2007. *Evaluación y monitorización de la calidad de las aguas costeras de las islas Baleares (2005-2007). Informe final Proliferaciones algales nocivas (PAN).* IMEDEA, ICM i Govern de les Illes Balears. Palma. 39 pp + Anexos I, II i III. Inèdita

Vila, M., Masó, M., Sampedro, N., Illoul, H., Arin, L., Garcés, E., Giacobbe, M.G., Alvarez, J i Camp, J. 2008. The genus *Ostreopsis* in recreational waters of the Catalan Coast and Balearic Islands (NW Mediterranean Sea): is this the origin of human respiratory difficulties? *In*: Moestrup, Ø. (*chief ed.*). *Proceedings of the 12th International Conference on Harmful Algae*. International Society for the Study of Harmful Alge and Intergovernmental Oceanographic Comission of UNESCO, Copenhagen. 334-336.

Vives, F. (coord.). 1992. *Las medusas de las Islas Baleares (Ecosistema y escifomedusas de la Bahía de Alcudia). Informe final.* CSIC-IEO-UIB. Palma. 280pp. Inèdita.

Zingone, A. i Enevoldsen, H.O. 2000. The diversity of harmful algal blooms: a challenge for science and management. *Ocean and Coastal Management*, 43: 725-748.

Vollenweider, R.A., Marchetti, R. i Viviani, R. (ed.). 1992. *Marine coastal eutrophication*. Elsevier. Amsterdam. 1310 pp.